

보리와 오이 흰가루병에 대한 Kresoxim-methyl의 혼증 효과

김흥태^{1*} · 장경수² · 최경자² · 조광연²

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, ²한국화학연구원 스크리닝연구부

요약 : Kresoxim-methyl의 주요 식물병에 대한 예방효과와 더불어 보리와 오이 흰가루병에 대한 혼증 효과를 조사하였다. Kresoxim-methyl은 밀 붉은녹병과 보리 흰가루병에 대해서 2.0 µg mL⁻¹의 처리구에서 92와 100%의 방제 효과를 보였다. 하지만 벼 잎집무늬마름병, 토마토의 잿빛곰팡이병과 역병에는 효과가 미미하였다. 보리 유묘에 kresoxim-methyl, azoxystrobin, metominostrobin을 혼증 처리하였을 때, kresoxim-methyl은 처리한 농도에 따라서 뚜렷한 방제 효과가 나타난 반면에, azoxystrobin과 metominostrobin의 혼증 효과는 매우 미미하였다. Kresoxim-methyl을 보리 유묘에 200 µg L⁻¹로 처리하였을 때, 71.9%의 효과를 보였으며, 1000과 5000 µg L⁻¹일 때, 보리 유묘에서의 흰가루병 발생을 80과 89.3% 억제하였다. 오이의 성체에 kresoxim-methyl을 1000 µg m⁻³의 약량으로 혼증 처리한 경우, 처리 전에 흰가루병이 발생하였던 7엽까지의 잎에서는 방제 효과는 없었지만, 8엽부터는 7일간 혼증 처리한 처리구에서 51.1%의 효과를 보였다. (2006년 11월 14일 접수, 2006년 12월 23일 수리)

색인어 : 혼증 효과, 흰가루병, 보리, 오이, Kresoxim-methyl

서 론

시설재배지에서 물리적인 환경의 변화는 병해 발생 양상에 많은 영향을 미쳐서 노지포장에서 발생하는 병해와는 다른 병해에 의한 피해가 늘어나고 있다. 시설재배는 작물의 생장이 어려운 시기에 작물을 재배하기 때문에 식물체의 생리가 정상적이지도 못하고, 재배 환경 역시 노지와는 많이 다르다. 시설 내부의 기온은 일교차가 심하고, 시설의 환기 여부에 따라서 습도의 변화도 심하게 나타나, 병이 발생하기 쉬운 조건을 만들기도 한다. 하지만 연중 다양한 채소와 과일 등을 요구하는 소비자의 욕구와 생산자들도 경제적인 이익을 추구하는 경향이 높아지면서 시설재배지의 면적이 계속 증가하고 있다. 전국적으로 시설재배지의 면적이 넓어지면서 시설재배지에서의 병 발생이 문제시되며, 점점 효율적인 새로운 방제 방법의 개발이 요구되어지고 있다. 특히 오이, 토마토, 호박, 참외 등과 같은 작물에서는 흰가루병의 발생이 예상되는데, 2004년 주요 농작물병해발생상황에 의하면 시설 참외 주재배지역에서 흰가루병의 발생률이 2003년에는 2.1%이었던 것이 2004년에는 5.2%로 증가하였다고 한다(명 등, 2005).

식물병의 방제 방법에는 여러 가지가 있지만 살균

제를 사용하는 화학적 방법이 가장 효과적이고 쉽게 사용할 수 있는 방법이다. 이러한 살균제들은 다양한 스크리닝 방법을 통해서 개발되고 있는데, griseofulvin, phenylpyrroles와 같은 화합물들이 천연물을 모화합물로 사용하여 합성한 살균 활성을 보이는 물질들의 예이다. 하지만 천연물을 모화합물로 하여 다양한 유도체를 합성한 후, 살균제로 개발하는 비율은 0.01% 이하라고 한다(Brent, 1996). 최근 시설 재배지에서 흰가루병 등의 방제를 위해서 사용하는 Strobilurin계 살균제는 *Oudemansiella mucida*와 *Strobilurus tenacellus*라는 담자균으로부터 분리한 oudemansin과 strobilurin A라는 천연물을 모화합물로 사용하고, 유기합성을 통하여 그 구조를 살균 활성이 최대화 되도록 최적화한 화합물을 합성하여 만든 살균제이다. 이러한 살균제들을 농업의 현장에서 사용할 때, 살균제가 가지는 특성을 정확히 파악하고 사용한다면, 식물병의 방제도 효율적으로 수행할 수 있을 뿐만 아니라 살균제를 사용하면서 생길 수 있는 저항성균의 발생도 억제시킬 수 있을 것으로 생각한다.

본 실험에서는 strobilurin계에 속하는 kresoxim-methyl의 벼, 토마토, 밀 그리고 보리의 주요 병해에 대한 예방 효과를 온실에서 유묘를 이용하여 조사하였으며, 또 높은 방제효과를 보이는 흰가루병에 대한 혼증 처리 효과를 보리와 오이를 이용하여 실험하였다.

*연락처

재료 및 방법

주요 식물병에 대한 kresoxim-methyl의 예방효과

벼 도열병, 벼 잎집무늬마름병, 토마토 잿빛곰팡이병, 토마토 역병, 보리 흰가루병, 밀 붉은녹병 등 6종의 주요 식물병에 대한 kresoxim-methyl의 예방효과를 유묘기의 식물체를 사용하여 조사하였다(유 등, 2001). Kresoxim-methyl(a.i. 98%)은 DMSO를 사용하여 용해시킨 후, 250 µg mL⁻¹의 tween 20 용액으로 적정 농도까지 희석하였으며, 이 때 DMSO의 최종농도는 1%로 조정하였다. Kresoxim-methyl은 준비한 유묘기의 기주 식물체에 분무 살포하였으며, 24시간 후에 각각의 식물체에 병원균을 접종하였다. 기주식물체인 벼(품종: 낙동), 토마토(품종: 서광), 밀(품종: 조광), 보리(품종: 동보리1호)를 지름이 4.5 cm가 되는 플라스틱 포트에 원예용 상토 또는 수도용 상토를 담고 온실에서 1-3주간 재배하였다.

벼 도열병의 발병을 위해서 2엽기의 벼 유묘에 벼 도열병균(*Magnaporthe grisea*)의 포자 현탁액(5 x 10⁵ 포자 mL⁻¹)을 분무 접종하고, 병원균의 침입을 유도하기 위해서 습실상(온도; 25±2°C, 상대습도; 100%)에서 1일간 보관하였다. 접종한 식물체는 25°C의 항온항습실(상대습도; 80% 이상)에서 12시간씩 광을 처리하며 6일간 보관하여 발병을 유도하였다. 벼 잎집무늬마름병은 3엽기의 유묘에 병원균인 *Rhizoctonia solani*를 7일간 배양한 밀기울 왕겨 배지(밀기울; 90 g, 왕겨; 15 g, 증류수; 100 mL)를 1 L의 증류수에 넣고 blender로 갈아서 포트당 5 mL씩 부어서 접종하였다. 접종한 벼는 25°C, 암상태의 습실상(상대습도; 100%)에서 4일간 처리한 후, 12시간씩 광처리를 하는 25°C의 항온항습실로 이동하여 다시 4일간 보관하고 병 발생을 조사하였다. 토마토 역병은 2엽기의 토마토 유묘에 oat meal 배지에서 형성시킨 *Phytophthora infestans*의 유주포자낭을 수확하여 접종 농도를 1 x 10⁵ 유주포자낭 mL⁻¹로 조절한 후, 4°C에 보관하여 나출시킨 유주포자를 현탁액 상태로 분무 접종하였다. 접종한 토마토 유묘는 20°C, 암상태의 습실상(상대습도; 100%)에서 4일 동안 보관하며 발병을 유도하였다. 토마토 잿빛곰팡이병은 *Botrytis cinerea*의 포자현탁액(1 x 10⁶ 포자 mL⁻¹)을 2엽기의 토마토 유묘에 분무 접종한 후에 암상태인 22°C의 습실상(상대습도; 100%)에서 4일간 처리하며 발병을 유도하였다. 활물기생균인 *Puccinia recondita*는 밀 잎에서 형성한 여름포자를 수확하여, tween 20용액(250 µg mL⁻¹)에 0.67 g L⁻¹ 수준으로 포

자를 현탁시켜 1엽기의 밀 유묘에 분무 접종하였다. 접종한 밀 유묘는 20°C, 암상태의 습실상(상대습도; 100%)에서 1일간 처리한 후, 12시간씩 광처리를 하는 20°C의 항온항습실로 옮겨 6일간 보관하며 발병을 유도하였다. 보리 흰가루병을 일으키기 위해서 보리 흰가루병균의 접종원 준비는 김 등(1989)의 방법을 따라서 수행하였다. 보리 흰가루병균을 온실에서 재배한 1엽기의 보리(품종: 동보리1호)에 접종하여 20°C의 항온항습실에서 발병을 유도하였다. 동일한 작업을 계속적으로 수행하면서 흰가루병균을 유지, 보관하였으며, 보리 잎에 형성된 흰가루병균의 포자를 실험에 사용하였다. Kresoxim-methyl을 처리하고 1일간 풍건시킨 동보리1호의 1엽에 기존의 보리 1엽에서 형성된 흰가루병균의 포자를 직접 털어서 접종하고, 22°C의 항온항습실(절대습도; 60%, 광주기; 12 hrs)로 옮겨 7일 동안 보관하며 발병을 유도하였다. Kresoxim-methyl의 방제 효과는 각각의 병원균을 접종한 기주 식물의 유묘에서 병반면적률을 조사하여 아래의 식에서 계산하였다.

$$\text{병 방제 효과(\%)} = \left(1 - \frac{\text{약제 처리구의 병반면적률}}{\text{무처리구의 병반면적률}} \right) \times 100$$

보리 및 오이 흰가루병에 대한 kresoxim-methyl의 혼중효과

Kresoxim-methyl의 보리 및 오이 흰가루병에 대한 혼중효과를 동일한 strobilurin계 살균제인 azoxystrobin과 metominostrobin과 같이 실험하였다. 그림 1과 같이 보리를 1엽기까지 재배한 한 개의 플라스틱 포트(직경; 6.5 cm, 높이; 7.5 cm)에 바닥이 뚫린 1 L의 투명한 PET 용기를 덮어씌우고, PET 용기의 중앙 윗부분에 탈지면을 매달았다. 실험에 사용한 살균제는 포트당 처리 약량이 8, 40, 200, 1,000, 5,000 µg이 되도록 각각을 정량하여 5 mL의 DMSO에 용해시킨 다음 탈지면에 처리하였다. 무처리구에서는 DMSO만을 처리하였으며, 탈지면에 처리할 때 살균제 용액이 흐르지 않게 탈지면의 크기를 적정하게 잘라 사용하였다.

살균제를 처리한 1일 후에 PET 용기를 제거하고 흰가루병의 포자를 털어서 접종한 후, 다시 용기를 씌워 항온항습실에 보관하면서 발병을 유도하였다. 오이 흰가루병에 대하여 실험에 사용한 3종의 strobilurin계 살균제의 혼중효과를 실험하기 위해서 유리 온실에서 오이(품종: 백다다기 오이)를 11엽기까지 재배하였으며, 병원균의 접종은 유리 온실에서 자연 감염시켰다. 실험에 사용한 오이는 그림 2와 같이 4

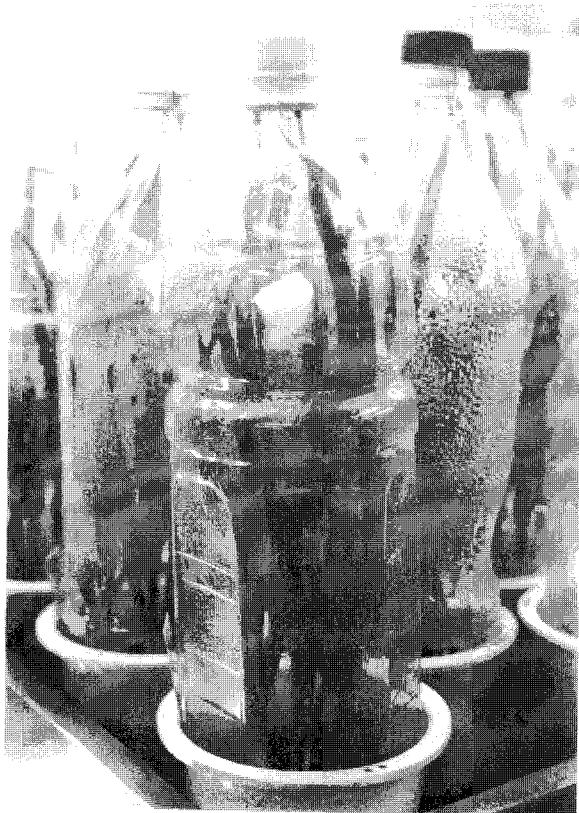


Fig. 1. Application of 3 fungicides including kresoxim-methyl, azoxystrobin and metominostrobin on a cotton ball into PET bottle covered over barley seedlings to assess its control activity against powdery mildew in vapour phase.

개의 포트(직경, 높이)를 부피 1 m³의 간이 비닐 chamber(가로×세로× 높이; 1 m×1 m×1 m)로 덮어씌우고, 살균제를 처리하였다. 비닐 chamber 중앙에 높이 30 cm의 대를 세우고, 그 위에 탈지면 뭉치를 놓고 비닐 chamber 당 처리하는 살균제의 양이 1,000 μg이 되도록 5 mL의 DMSO에 살균제를 녹여 탈지면에 처리하였다. 살균제를 처리하고 3일 후부터 엽기별로 병 발생 정도를 발병 지수를 이용하여 조사하였다. 오이 한 주당의 전체 발병 정도는 아래 식을 이용하여 발병도를 구한 후, 무처리구와 비교하여 위에서와 동일하게 방제효과를 계산하였다.

$$\text{발병도}(\%) = \frac{\sum (\text{발병수} \times \text{계수})}{4 N} \times 100$$

- 0: 발병무
- 1: 발병면적을 1 ~ 5%
- 2: 발병면적을 5.1 ~ 20%
- 3: 발병면적을 20.1 ~ 40.0%
- 4: 발병면적을 40.1% 이상
- N: 조사엽수

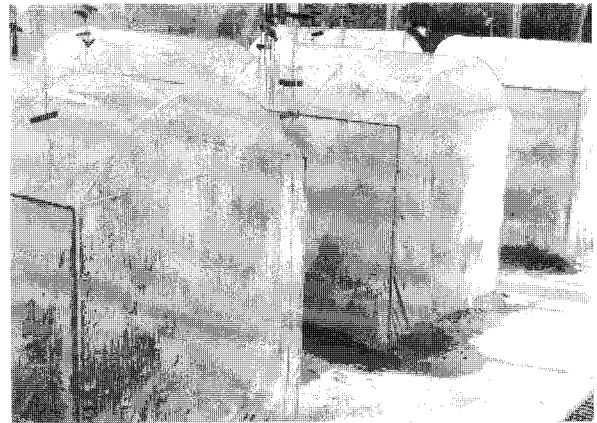


Fig. 2. Application of 3 fungicides including kresoxim-methyl, azoxystrobin and metominostrobin onto a cotton ball into a vinyl chamber in a greenhouse. To assess the control activity of 3 fungicides against cucumber powdery mildew in vapour phase, a cotton ball treated with each fungicide was placed in a vinyl chamber, where 4 plants of cucumber were kept.

결 과

주요 식물병에 대한 kresoxim-methyl의 예방효과

Kresoxim-methyl은 밀 붉은녹병, 보리 흰가루병과 벼 도열병에 대해서 높은 효과를 나타내고 있는 반면에, metominostrobin은 벼 도열병에 대해서 방제효과가 우수하였다. 특히 kresoxim-methyl은 보리 흰가루병에 대해서는 0.4 μg mL⁻¹ 처리구에서조차 90%의 높은 효과를 보였다. 토마토의 잿빛곰팡이병과 역병 그리고 벼 잎집무늬마름병에 대해서 두 살균제는 모두 낮은 효과를 보였다. 벼 도열병에 대해서는 kresoxim-methyl과 metominostrobin의 10과 2 μg mL⁻¹ 처리구에서 92와 90, 그리고 50과 60% 병 발생을 억제하였다(표 1).

보리 유묘에서 흰가루병에 대한 strobilurin계 살균제의 혼증효과

보리 흰가루병에 대하여 kresoxim-methyl은 처리한 약량과 병 방제 효과가 비례하였다(그림 3). 포트당 처리한 약량이 200 μg 이상이 되면서 병 방제 효과는 71.9%로 현저하게 상승하고, 1000과 5000 μg에서도 방제효과는 서서히 증가하여 80%와 89.3%를 보였다. 그러나 azoxystrobin과 metominostrobin의 혼증 처리에서는 보리 유묘에서 흰가루병에 대한 효과가 인정되지 않았다.

Table 1. The control effect of kresoxim-methyl against 6 important plant diseases by a leaf spray one day before inoculation of each fungal pathogen on their host plant seedlings in a greenhouse

Fungicides	Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Control value (%) ^{a)}					
		RCB	RSB	TGM	TLB	WLR	BPM
Kresoxim-methyl	10	92	65	26	37	99	100
	2	50	44	0	29	92	100
	0.4	0	2	0	4	53	90
	0.08	0	0	0	0	0	17
Metominostrobin	10	90	70	7	40	60	83
	2	60	15	20	0	15	50
	0.4	8	0	7	0	15	0
	0.08	0	0	0	0	10	0

^{a)}Plant diseases were introduced by abbreviated forms; RCB, rice blast; RSB, rice sheath blight; TGM, tomato gray mold; TLB, tomato late blight; WLR, wheat leaf rust; BPM, barley powdery mildew.

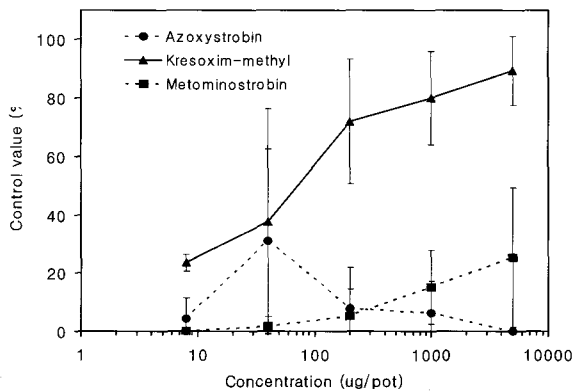


Fig. 3. The control effect of 3 fungicides on barley powdery mildew in vapour phase. Disease severity was assessed 7 days after inoculation by investigating the disease area on the first leaf of barley seedlings.

오이 흰가루병에 대한 strobilurin계 살균제의 훈증 효과

실험에 사용한 3종의 strobilurin계 살균제를 오이에 처리할 당시, 실험에 사용한 오이에서는 7엽기까지 오이 흰가루병의 병징을 관찰할 수 있었는데, 각 엽기별로 흰가루병의 평균 발병도는 그림 4에서 보는 것과 같이 4엽기에서 94.4%, 5, 6, 7엽기에서 58, 23, 10%이었다.

살균제를 비닐 chamber 안에서 훈증처리하고, 7일, 10일 후에 각 엽기별 병반면적률을 조사하여 발병도로 환산하였다. 살균제를 처리하기 전에 흰가루병이 발생하였던 7엽까지는, 살균제를 훈증 처리한 직후와, 7일, 10일 후에 조사하였을 때, 모든 잎에서의 발병도

가 40%를 상회하며 살균제 처리의 효과를 관찰할 수 없었다. 하지만 흰가루병의 발생하지 않았던 8엽 이상의 오이 잎에 살균제를 훈증 처리하고 7일 후에 조사하였을 때, kresoxim-methyl은 다른 strobilurin계인 azoxystrobin과 methominostrobin과는 다르게 9엽기부터의 방제 효과가 50%를 상회하였으며, 12엽기부터 14엽기까지는 92.5, 100, 100%를 보였다.

그러나 kresoxim-methyl은 7일 후부터 방제효과가 급감하여 지속적인 효과를 볼 수가 없었다. 각 살균제를 훈증 처리한 오이의 8엽기 이상에서, 훈증처리 7일 후에 kresoxim-methyl에서 51.2%의 방제 효과를 보였고 10일 후에는 21.1%의 효과를 보였다(그림 5). Azoxystrobin과 metominostrobin의 오이 흰가루병 방제 효과는 매우 저조하였다.

고 찰

최근에 개발되어 사용하는 strobilurin계 살균제는 그 적용 범위가 매우 넓은 살균제이며, 특히 시설 채소의 병해 방제에 많이 사용하고 있다. 표 1에서 보는 것과 같이 kresoxim-methyl은 주요 식물병 중에서 흰가루병에 대해서 특히 높은 방제 효과를 나타내고 있었다. Ypema와 Gold(1999)도 kresoxim-methyl이 사과, 체리, 맥류, 박과류, 포도, 상추, 배, 장미 등의 흰가루병에 대한 효과가 다른 병해보다도 우수하다고 보고하였다. Kresoxim-methyl의 logPow값은 3.5로, 친유성이 높기 때문에 식물체의 왁스층에 강하게 결합됨과 동시에 시간이 지남에 따라서 처리한 약량의 약 30%

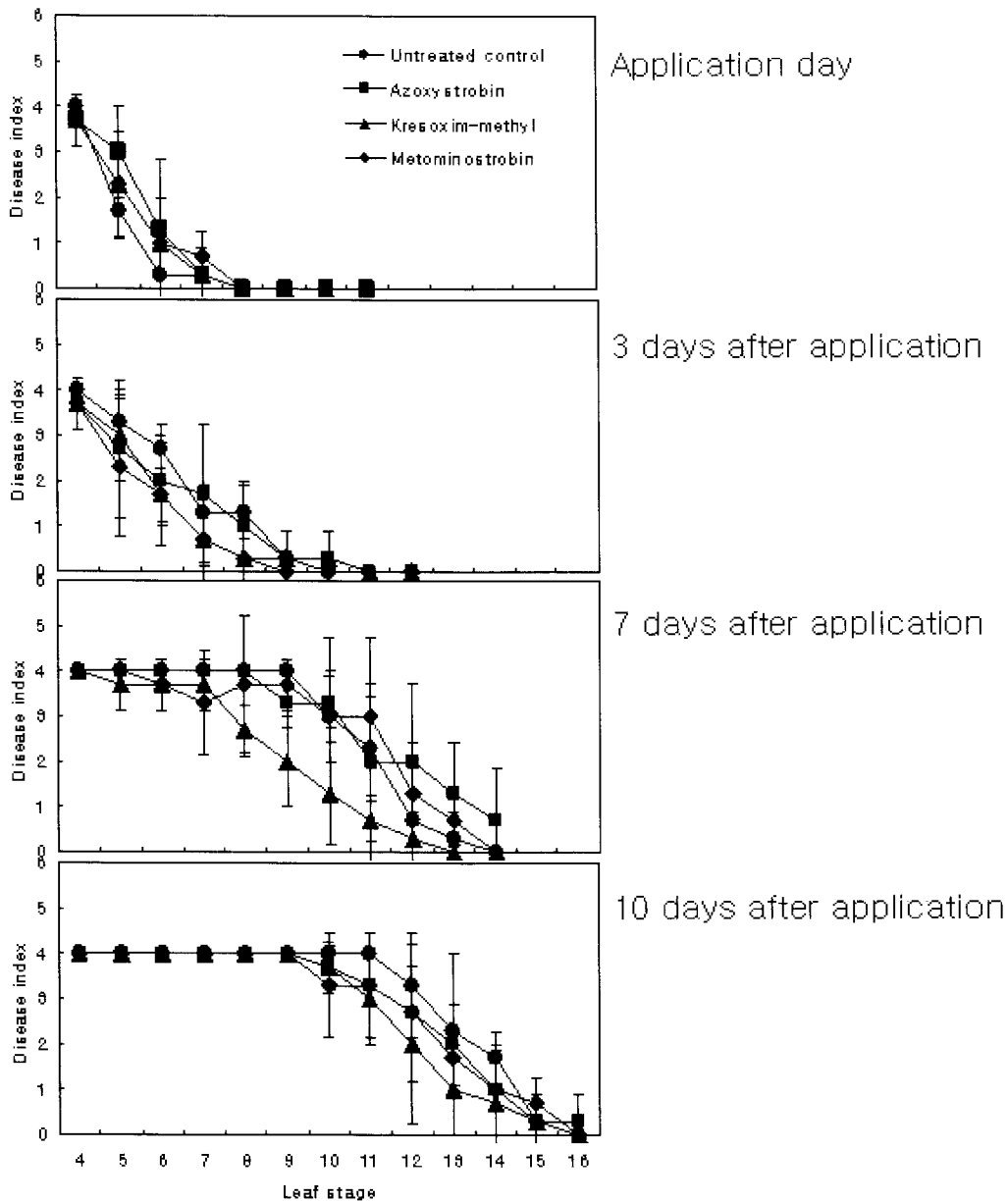


Fig. 4. Disease severity of cucumber powdery mildew by lapse of the time after the application of 3 strobilurins in vapour phase. The assessment of fungicidal activities of 3 fungicides was conducted at that day of application and 3, 7 and 10 days after treatment.

정도는 식물체 안으로 흡수되는 현상을 보인다(Creemers 등, 1996; Gold 등, 1996). 이러한 kresoxim-methyl의 특성에 따라서 이 약제를 처리한 부분을 중심으로 그 효과가 대부분 왁스층을 따라서 이행되는 표면 이행을 갖는다(Ypema와 Gold, 1999). 대부분의 흰가루병균은 식물체의 표면에서 발아하고 흡기를 표피세포 내부에 형성하여 영양분을 섭취하며, 식물체의 표면에 균사체를 형성하며 정착하게 된다. 이러한 흰가루병의 특징 때문에 표면에서 이행하며 효과를 나타내

는 kresoxim-methyl이 흰가루병에 대한 우수한 방제 효과를 나타내는 것이라고 생각한다.

식물병을 방제하기 위하여 사용하는 효과적인 살균제는 물리·화학적인 성질에 따라서 예방, 치료 및 침투이행 효과 등 작용 특성이 다르다(Neumann과 Jacob, 1995). 이러한 살균제의 작용 특성은 포장에서의 살균제의 효과에 큰 영향을 미치며, 사용 범위와 방법을 결정하는 요인으로 작용하기도 한다. 살균제의 물리·화학적인 성질 중에서 살충제와 제초제 등

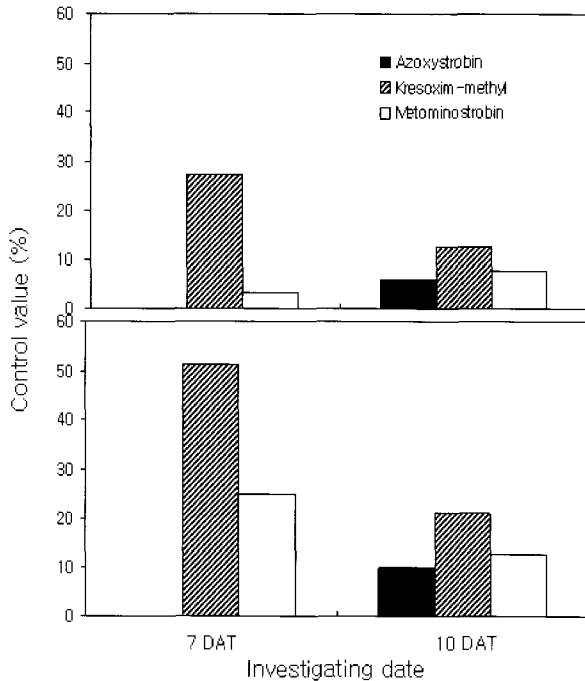


Fig. 5. The control effect of 3 fungicides against cucumber powdery mildew in vapour phase. Upper; Control value was calculated with disease severity of all the leaves of a cucumber plant. Low; Eliminating the disease severities from the 3rd leaf to the 7th leaf, control value was calculated with the disease severities from the 8th leaf of a cucumber, because powdery mildew was occurred on leaves at early stage from the 3rd to the 7th leaf.

과 같이 다른 종류의 농약들과 다르게 크게 고려되지 않은 성질이 증기압이다(Van Gestel, 1986). 그러나 이미 오래 전부터 온도에 따라 유향의 훈증 효과가 보고되었으며(Yarwood, 1950), 몇 종류의 흰가루병균에 대해서 buthiobate(Kato 등, 1975), imazalil(Van Gestel, 1986), triadimefon 등의 스테롤 생합성 저해 살균제가 증기 상태에서 병 방제 효과를 나타낸다는 예가 보고되어 있다. Gold 등(1996)도 kresoxim-methyl이 침투이행효과는 떨어지지만, 특이하게 보여주는 훈증효과가 미미한 침투이행효과를 보상함으로써 실제 병 방제효과를 높여주고 있다고 보고하였다. 그림 3에서 보리 흰가루병을 대상으로 실험한 결과에서 보는 것과 같이 kresoxim-methyl을 1 L당 200 μg 을 처리하였을 경우 71.9%의 방제 효과를 보였으며, 그 효과는 처리약량이 증가하면서 계속적으로 상승하였다. Kresoxim-methyl은 가스 상태의 분자가 보리 잎 표면의 왁스층에 결합하여 흰가루병의 발생을 억제하는 것으로 판

단된다.

김 등(2002)은 스테롤 생합성 저해제인 hexaconazole과 flusilazole을 양파의 검은곰팡이병균인 *Aspergillus niger*를 PDA 배지에서 배양하면서 훈증 처리한 결과, 균사 생육을 억제하지는 않고, 다만 포자 형성만을 억제한다고 보고하였다. Kresoxim-methyl은 200 $\mu\text{g L}^{-1}$ 의 처리구에서 소수 형성된 병반 상에서 균사의 생육은 확인할 수 있었지만, 다량의 포자 형성은 확인되지 않았다. 그러나 kresoxim-methyl의 처리약량이 증가함에 따라서 보리 잎 표면에서 포자의 형성은 물론, 흰가루병균의 균사도 생장하지 못하였다. 그러나 오이 흰가루병에 대한 효과는 보리 흰가루병에 비하여 매우 저조하였다. 오이 흰가루병에서의 방제 효과가 저조한 이유는 첫째, 부피 당 처리한 살균제의 약량이 부족한 점을 들 수 있다. 또 하나는 kresoxim-methyl이 보리 흰가루병균과 오이 흰가루병균에 대한 효과에 큰 차이가 있기도 하다. Kresoxim-methyl을 2.5 mg L^{-1} 의 농도로 처리하였을 때, 식물체 상에서 맥류 흰가루병균인 *Blumeria graminis*의 포자 발아와 균사 생장을 완전히 억제하였지만, 오이 흰가루병균인 *Sphaerotheca fusca*는 100 mg L^{-1} 로 처리하여도 포자발아와 균사생장을 완전히 억제하지 못하였다(Ypema와 Gold, 1999).

살균제의 훈증 효과가 지금까지 살균제를 사용하는 데 있어서 크게 고려되지 않았던 특성이었지만, 시설 재배의 면적이 증가하고 있는 농가의 현실을 생각하여 이제는 살균제의 효율적인 사용을 위해서 고려해야 하는 특성이 되었다. 그러나 그 효과는 사용하는 병원균, 식물체의 종류, 재배 환경 등에 따라서 많이 달라질 수 있기 때문에 충분한 사전 실험을 필요로 한다. 또한 훈증 처리를 하지 않더라도 훈증 효과를 갖는 살균제를 밀폐된 시설 재배지에서 사용하게 된다면, 훈증 효과에 의해서 시설 재배지에 있는 병원균의 집단은 계속적으로 살균제와 접하게 될 가능성이 매우 높다.

최근 들어 strobilurin계 살균제에 대한 저항성균의 출현이 *Pyricularia oryzae*, *Erysipae graminis* f. sp. *tritici*, *Alternaria* 등 많은 식물병원균에서 살균제의 연용에 의해서 쉽게 발생한다고 보고되고 있다(Chin 등, 2001; Kim 등, 2003; Ma 등, 2003). 따라서 훈증 효과가 있는 살균제가 훈증 효과가 없는 살균제보다 저항성균의 출현율이 높은지에 대해서는 아직까지 보고된 바는 없으나, 포장에서의 사용 시 더욱 주의할 것을 고려하여야 하는 것은 당연한 일로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비에 의하여 수행된 것으로 연구비의 지원에 감사드립니다.

인용문헌

- Brent, K. J. (1996) Pathways to success in fungicide research and technology. pp.3~15 *In: Modern fungicides and antifungal compounds*. H. Lyr, P. E. Russell and H. D. Sisler, eds. Intercept, Andover, Hants, UK.
- Chin, K. M., D. Chavaillaz, M. Kaesbohrer, T. Staub and F. G. Felsenstein (2001) Characterizing resistance risk of *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* to strobilurins. *Crop Protect.* 20:87~96.
- Creemers, P., J. De Vleeschauwer, D. Mappes and K. Defloor (1996) BAS 490 02 F, a new fungicide to control scab and mildew in apple and pear. *Med. Fac. Landb. Gent.* 61(2A). pp.431~441.
- Gold, R. E., E. Ammerman, H. Koehle, G. M. E. Leinhos, G. Lorenz, J. B. Speakman, M. Stark-Urnau and H. Sauter (1996) The synthetic strobilurin BAS 490F: Profile of a modern fungicide. pp.79~92 *In: Modern fungicide and antifungal compounds*. H. Lyr, P. E. Russell and H. D. Sisler, eds. Intercept, Andover, Hants, UK.
- Kato, T., S. Tanaka, S. Yamamoto, Y. Kawase and M. Ueda (1975) Fungitoxic properties of a *N*-3-pyridylimidodithiocarbonate derivative. *Ann. Phytopath. Soc. Jap.* 41:1~8.
- Kim, Y., E. W. Dixon, P. Vincelli and M. L. Farman (2003) Field resistance to strobilurin (QOI) fungicides on *Pyricularia grisea* caused by mutations in the mitochondrial cytochrome b gene. *Phytopathology* 93: 891~900.
- Ma, Z., D. Felts and T. J. Michailides (2003) Resistance to azoxystrobin in *Alternaria* isolates from pistachio in California. *Pest. Biochem. Biophys.* 77:66~74.
- Neumann, St. and F. Jacob (1995) Principles of uptake and systemic transport of fungicides within the plant. *In: Modern selective fungicides*, ed. by H. Lyr, pp. 54~73.
- Van Gestel, J. (1986) The vapour phase activity of antifungal compounds: a neglected or a negligible phenomenon? *In: in vitro and vivo evaluation of antifungal agents*, ed. by Iwata, K. and Bossche, V., pp.207~217, Elsevier, New York, USA.
- Yarwood, C. E. (1950) Effect of temperature on the fungicidal action of sulfur. *Phytopathology* 40:173~180.
- Ypema, H. L. and R. E. Gold (1999) Kresoxim-methyl; Modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. *Plant Dis.* 83(1):4~17.
- 김홍태, 박세원, 최경자, 김진철, 조광연 (2002) Flusilazole의 혼증 효과에 의한 양파 검은곰팡이병균(*Aspergillus niger*)의 포자 형성 억제. *식물병연구* 8(2):124~130.
- 김홍태, 정영륜, 조광연 (1989) Ergosterol 생합성 저해 살균제의 보리 흰가루병에 대한 예방 및 치료효과. *한국식물병리학회지* 5(2):161-167.
- 명인식, 박경석, 홍성기, 박진우, 심홍식, 이영기, 이상엽, 이승돈, 이수현, 최홍수, 최효원, 허성기, 신동범, 나동수, 예완해, 조원대 (2005) 2004년 주요 농작물 병해 발생개황. *식물병연구* 11(2):89~92.
- 유시용, 김진철, 김영섭, 김홍태, 김성기, 최경자, 김정섭, 이선우, 허정희, 조광연 (2001) 당귀와 백지로부터 분리한 Coumarin계 물질들의 식물병원균에 대한 항균활성. *한국농약과학회지* 5(3):26~35.

Vapour Effect of Kresoxim-methyl on Powdery Mildew of Barley and Cucumber

Heung Tae Kim^{1*}, Kyung Soo Jang², Gyung Ja Choi² and Kwang Yun Cho² (¹*Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea,* ²*Screening Division, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, 305-600, Korea*)

Abstract : The protective effect of kresoxim-methyl was investigated on 6 important plant diseases, and the vapour effect of it did on barley and cucumber powdery mildews, respectively. With 2.0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ of kresoxim-methyl, its high activities against wheat leaf rust and barley powdery mildew were showed such as 92 and 100%, while activities were very low against rice sheath blight, tomato gray mold, and tomato late blight. In vapour phase control activity of kresoxim-methyl against barley powdery mildew was positively correlated with the applied concentrations, except for azoxystrobin and metominostrobin. With 200 $\mu\text{g L}^{-1}$, its control value was 71.9%. When 1000 $\mu\text{g m}^{-3}$ of kresoxim-methyl in vapour phase was applied on 4 plants of cucumber in a vinyl chamber, 51.1% of control value on kresoxim-methyl-treated cucumber was showed 7 days after the application.

Key words : barley, cucumber, Kresoxim-methyl, powdery mildew, vapour effect.

*Corresponding author (Fax : +82-43-271-4414, E-mail : htkim@chungbuk.ac.kr)